

## 문서입력 작업 시 컴퓨터 키보드 유형이 손목관절의 운동학적 특성에 미치는 영향

권혁철

대구대학교 재활공학과

정동훈

나사렛대학교 재활공학과

공진용

대구대학교 재활과학대학원 작업치료학

### Abstract

### The Effect of Standard Keyboard and Fixed-Split Keyboard on Wrist Posture During Word Processing

**Kwon Hyuk-cheol, Ph.D., P.T.**

Dept. of Rehabilitation Technology, Daegu University

**Jeong Dong-hoon, Ph.D., P.T.**

Dept. of Rehabilitation Technology, Korea Nazarene University

**Kong Jin-yong, M.Sc., P.T.**

Dept. of Occupational Therapy, The Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University

There were two purposes of this study. The first was to research the effects of standard and fixed-split keyboards on wrist posture and movements during word processing. The second was to select optimal computer input devices in order to prevent cumulative trauma disorder in the wrist region. The group of subjects consisted of thirteen healthy men and women who all agreed to participate in this study. Kinematic data was measured from both wrist flexion and extension, and wrist radial and ulnar deviation during a 20 minute period of word processing work. The measuring tool was an electrical goniometer, and was produced by Biometrics Cooperation. The results were as follows: 1. The wrist flexion and extension at resting starting position were not significantly different ( $p>.05$ ), however the angle of radial and ulnar deviation were significantly different in standard and split keyboard use during word processing ( $p<.05$ ). 2. In the initial 10 minutes, the dynamic angle of wrist flexion and extension were not significantly different ( $p>.05$ ), however the dynamic angle of radial and ulnar deviation was significantly different in standard and split keyboard use during word processing ( $p<.05$ ). These results suggest that the split keyboard is more optimal than the standard keyboard, because it prevented excessive ulnar deviation during word processing.

**Key Words:** Cumulative trauma disorder; Kinematic data; Standard and split keyboard.

---

이 논문은 2003학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임.

통신저자: 권혁철 hckwon@daegu.ac.kr

## I. 서론

디지털 정보화 사회가 됨에 따라 컴퓨터의 사용빈도가 많아짐으로 인하여 손을 통한 작업 활동이 증가하고 있다. 손을 사용하는 작업에 있어서 장기간의 반복적인 과사용으로 인한 근골격계의 손상을 누적외상성질환(cumulative trauma disorders: CTD) 또는 반복긴장성 장애(repetitive strain injuries: RSI)라고 한다(권혁철과 정동훈, 2001). 컴퓨터 사용자에게서 흔히 볼 수 있는 상지 누적외상성질환의 종류는 매우 다양하여, Putz-Anderson(1988)과 Fredericks 등(1997)은 누적외상성질환을 건질환, 신경질환, 신경혈관계질환, 그리고 골질환 등 네 가지의 범주로 구분하기도 하였다. 이중 근골격계 증상에는 쓰러거나 쑤시는 통증, 강직(stiffness), 피로감, 경련(cramps), 둔감(numbness), 타진통(tingling), 그리고 진전(tremor) 등이 있으며, 누적외상성질환으로 알려진 이러한 근골격계의 상태를 '정보화 시대의 산업 손상(Industrial Injuries of the Information Age)'이라고 한다(Carter와 Banister, 1994; Doheny 등, 1995).

미국 노동부는 작업관련 누적외상성질환의 12%는 타이핑 또는 키 입력 작업 때문에 발생한다고 보고한 바 있으며(Claiborne 등, 1999), 누적외상성질환은 컴퓨터 키보드 작업자에게서 다른 작업자에 비해 12배나 더 높게 발생하고, 키보드 사용자 중 누적외상성질환의 발생률은 약 60% 이상으로 높게 나타난다는 연구 결과도 있다(Schreuer 등, 1996). 이들 질환은 전체 직업병의 61%로 직업병 가운데 최상위를 차지하고 있으며(Pan과 Schleifer, 1996), 미국정형외과학회에서는 누적외상성질환으로 인한 장기결근, 생산성의 감소, 그리고 의료비 지출로 인해 미국에서만 연간 270억 달러가 소모된다고 하였다(Carson, 1993). 이렇듯 사무자동화의 보급으로 컴퓨터를 사용하는 작업이 급속도로 증가하면서(Chung과 Choi, 1997) 이와 관련된 근골격계질환이 전 세계적으로 문제가 되고있다(Amstrong 등, 1994). 국내에서도 이미 산업재해보상보험법 시행규칙 제 39조 업무상 재해인정 기준에 의해 '경견완증후군'이라는 직업병의 하나로 분류되고 있다(노동부, 1995).

누적외상성질환은 발생 과정을 분석한 결과 부자연스러운 자세와 반복적인 동작이 가장 주요한 유발 요인이 되고 있다. 키보드 작업은 흔히 좋지 못한 손목관절 자세로 고도의 반복적인 키 타격(key stroke)을 하기

때문에 이러한 문제가 널리 확산되고 있는 것이다. 일반적으로 문제가 되는 상지의 작업 자세는 해부학적 제한 범위에 근접한 전완 회내와 중립위로부터 20°에서 40° 정도의 척골측 편위, 그리고 장시간의 견관절 외전 자세 등으로 알려져 있다(Swanson 등, 1997). 작업 시에는 최대 관절가동범위의 1/3을 초과하는 손목관절의 편위는 피하는 것이 좋으며, 가능한 손과 손목관절의 중립 자세로 키보드를 조작하는 것이 좋다고 권고하고 있다(Stubbs 등, 1993). 그래서 몇몇 연구자들은 장시간의 키보드 작업이 대상자의 생리적 특성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 손의 자세를 생체역학적으로 분석하거나 주관적인 설문조사 등을 실시하였다(Gilad와 Harel, 2000). 수많은 연구 결과들을 통해서 표준형 키보드는 경견완 부위와 손목관절의 불편함을 발생시키는 나쁜 작업 자세를 조장한다고 알려져 왔으며(Swanson 등, 1997), 그 결과 인체공학적인 키보드 디자인의 도입으로 요즘은 키보드 중앙이 분리된 대체 키보드(alternative keyboard)가 컴퓨터 사용자들에게서 많이 이용되고 있다(Honan 등, 1995). 그러나 좀 더 최근의 연구에서는 표준형 키보드와 분리형 키보드를 사용하는 대상자 사이의 편안함과 근피로도에 있어서 유의한 차이가 증명되지 않았고, 분리형 키보드가 실제로 누적외상성질환의 발생률을 감소시키고 증상을 완화시킬 수 있는가에 대한 의문이 제기되고 있다(Swanson 등, 1997). 또한 기존의 상지 작업 자세의 분석은 수동식 관절측각기와 사진 또는 비디오촬영을 통해 얻은 단일 프레임을 분석에 이용하는 정적 측정방법에 의존하고 있기 때문에 평가방법의 신뢰성도 의문시되고 있다. 이렇게 인체공학적인 키보드 설계가 근골격계 통증을 감소시키기 위한 중재 방안으로 제시되어 왔지만 키보드 디자인에 대한 다각적인 객관적 기준과 비교가 존재하지 않기 때문에 인체공학적인 키보드에 대한 확신도 부족한 실정이다(Treaster와 Marras, 2000).

따라서 본 연구는 컴퓨터 사용자의 작업과 관련된 손상이 널리 확산되고 있는 시점에서 대표적인 컴퓨터 입력 장치인 표준형 키보드와 분리형 키보드가 누적외상성질환이 호발하는 손목관절의 작업 자세에 미치는 영향을 알아봄으로써 인체공학적인 컴퓨터 입력 장치의 선택에 도움이 되고자 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

연구대상자는 건강한 성인 남녀 대학생 13명으로 하였다. 대상자 2명을 상대로 사전 예비실험을 실시하여 워드프로세서 작업 수행과 데이터 수집 시에 발생하는 문제점 및 오류를 수정·보완한 후 연구대상자 전원에 대하여 본 실험을 실시하였다. 본 실험의 참가에 동의한 대상자의 필요조건은 다음과 같다.

- 가. 목과 어깨 및 상지의 관절운동범위에 제한이 없으며, 피로·통증·지각이상 등의 근골격계 장애가 없는 자
- 나. 한글 워드프로세서 사용 경험이 있으며, 키보드를 보지 않고 분당 200타 이상을 칠 수 있는 자
- 다. 우측 손을 주용수로 사용하고 있으며, 1일 평균 2시간 이상 컴퓨터를 사용하는 자

### 2. 연구대상자의 일반적 특성

실험에 참가한 연구대상자의 일반적 특성 평균값은 연령 22.9 세, 신장 168.1 cm, 체중 64.9 kg이었고, 1일 컴퓨터 사용 시간은 216.9 분/일, 분당 타수는 269.2 타/분이었다(표 1).

### 3. 실험방법

본 연구의 실험 절차는 연구 조건에 적합한 대상자의 선정, 실험 참가에 대한 동의서 작성, 실험에 대한 일반적 소개, 인체계측 데이터의 수집, 각 인체계측에 적합한 워크스테이션 구축, 각각의 입력 장치를 이용한 사전 워밍업, 측정을 위한 워드프로세서 작업의 수행 순으로 이루어졌다.

대상자는 표준형 키보드와 분리형 키보드를 통한 워드프로세서 작업을 20분간 실시하였다. 워드프로세서 작업을 위한 소프트웨어는 한글과 컴퓨터에서 제작한 한글 2002를 이용하였고, 데이터 측정에 들어가기 전 각각의 입력 장치에 익숙해지도록 사전 연습을 실시하

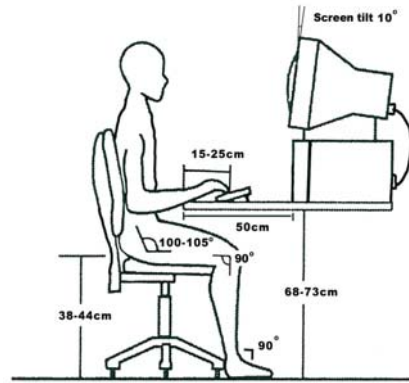


그림 1. 워크스테이션 디자인 및 작업 자세

였다. 측정은 표준형 및 분리형 키보드의 두 가지 입력 장치를 무작위로 추첨하여 2일 동안 1일 1회씩 실시하였다. 한글 입력 작업물은 매 실험마다 다른 것을 사용하였으며, 분당 300타를 기준으로 20분 이상의 작업량을 제시하였다.

#### 가. 워드프로세서 작업 자세

워드프로세서 작업은 다양한 체형의 작업자들에 의해 수행되기 때문에 컴퓨터 테이블과 의자의 높이는 각 대상자의 인체계측 수치에 맞게 조절할 수 있는 것을 사용하였다. 작업 시 앉기 자세는 중립위(neutral posture)를 기준으로 하였고, 좌석 높이는 대상자의 슬와부에 2 cm를 더한 높이로 설정하였다. 일단 대상자가 좌석에 앉은 후, Chaffin과 Andersson(1991)이 제시한 것처럼 무릎 90° 굽힘을 유지하면서 대상자가 편안하게 느낄 수 있도록 약간의 높이 조절을 허용하였으며 필요한 경우 발판을 제공하였다. 테이블의 높이는 앉아 있는 대상자의 주관절 높이로 맞추어서 워드프로세서 작업 시 대상자의 전완이 바닥과 평행한 상태에서 작업이 이루어지도록 하였다. 컴퓨터는 S사에서 제작한 P-1.7G 모델을 사용하였고, 스크린은 17인치 크기를 사용하였다. 스크린의 높이는 앉은 자세에서 지면에 평행

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

(단위: °)

	나이 (년)	키 (cm)	몸무게 (kg)	시간 (min/day)	속도 (stroke/min)
남자(n=6)	26.0±5.0	174.8±4.2	69.3±5.6	300.0±65.7	258.3±37.6
여자(n=7)	20.2±0.4	162.4±4.8	61.1±6.9	145.7±47.2	278.5±69.8
전체(N=13)	22.9±4.4	168.1±7.7	64.9±7.4	216.9±96.5	269.2±56.0

한 시선과 스크린 최상부가 일치하는 높이로 하였으며, 서류고정대는 스크린 좌측에 위치시키고 작업자가 가장 편안하게 느끼는 높이와 방향으로 배치하였다. 워드프로세서 작업 시 스크린과 키보드는 대상자 체간의 정중시상면에 정렬시키고 스크린과 테이블 끝 지점과의 거리는 50 cm로 하였다. 키보드의 G키와 테이블 끝 지점과의 거리는 15~25 cm 범위 내에서 대상자가 편안하게 느끼는 지점에 키보드를 위치시키고 스크린 경사각은 10°로 하였다. 자세한 워크스테이션 디자인 및 작업 자세는 다음과 같다(그림 1).

나. 실험에 사용된 표준형 키보드 및 분리형 키보드

흔글 2002를 이용한 워드프로세서 작업 시 사용된 표준형 키보드는 자판 배열이 좌측에서 우측으로 QWERTY인 전통적인 표준형 키보드로 2001년 S사에서 제작한 것을 사용하였다. 키보드 경사각은 4.5°이며 3인치 너비의 손목받침대를 부착시켰다(그림 2). 또한 분리형 키보드는 2002년 U사에서 제작한 것을 사용하였고, 키보드 경사각 4.5°, 수평선상 회전각 20°, 그리고 외측경사각이 3°이며 4인치 너비의 손목받침대를 부착시켰다(그림 3).

다. 손목관절 자세의 측정

표준형 키보드와 분리형 키보드를 사용한 워드프로세서 작업 동안 수근관절의 자세를 지속적으로 측정하였다. 측정 도구는 스트레인 게이지(strain gauge) 원리

에 입각하여 Biometrics사에서 제작한 전기관절측각기로 매우 가볍고 소형이어서 대상자의 움직임을 방해하지 않도록 디자인되었다. 손목관절의 굽힘-폄과 자빠-노빠측 편위각도를 작업시작 5분 후부터 20분까지 15분 동안 측정하였다. 문자입력 작업속도가 일정하게 유지되는 시점이 작업시작 7분 후부터이며 전환 자세가 안정화되는 시점도 타이핑 작업 10분 후부터이기 때문에 마지막 10분간의 측정 자료를 분석에 사용하였다(Serina 등, 1999).

(1) 관절측각기의 배치 및 부착

손목관절의 굽힘-폄 및 자빠-노빠측 편위 각도는 모델명 M110인 이축성(twin-axis) 관절측각기를 사용하였다(그림 4). 관절측각기는 Serina 등(1999)의 연구에서와 동일하게 상완을 체간에 나란히 붙이고 주관절 90° 굽힘 위에서 전완을 완전 회내시키고 손목관절을 중립 자세로 취한 후 부착시켰다. 해부학적 지표를 기초로 하여 일관성 있는 관절측각기의 배치가 되도록 하였다. 이축성 관절측각기는 원위단(distal endblock)을 제 3중수골의 자뼈면에 부착시키고, 근위(proximal endblock)을 손목관절의 회전 중심축을 가로질러 상완골 외측상과의 중심을 향하도록 하여 손목관절 바로 위인 전완 원위부에 부착시켰다. 전기관절측각기의 근위단과 원위단은 접착력이 강한 의료용 양면테이프를 이용하여 부착하였다(그림 5).

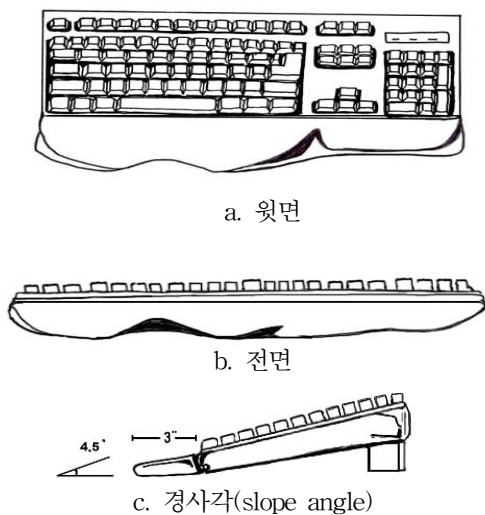


그림 2. 실험에 사용된 표준형 키보드

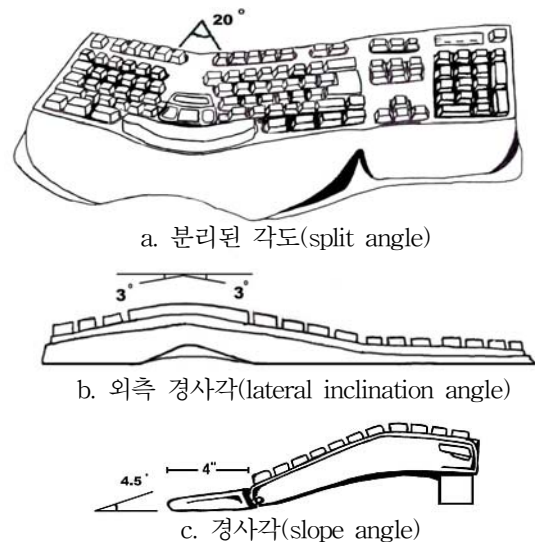


그림 3. 실험에 사용된 분리형 키보드

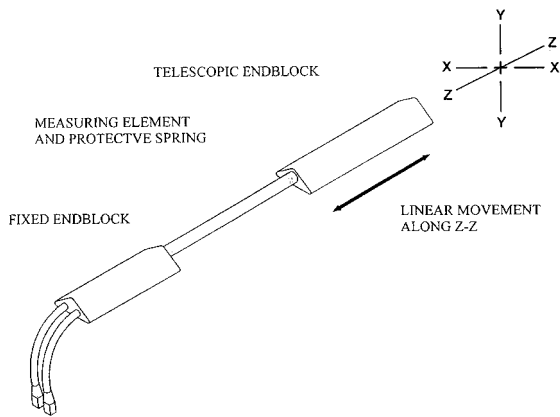


그림 4. 실험에 사용된 이축성 전기관절측각기

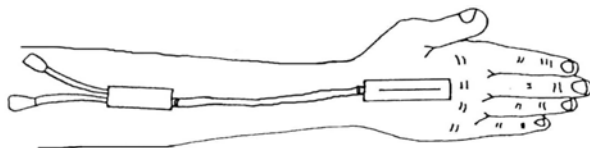


그림 5. 관절측각기의 배치 및 부착

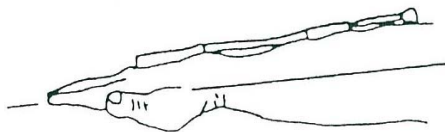


그림 6. 초기화를 위한 전완의 중립 자세

(2) 손목관절 각도의 측정 절차

관절측각기를 부착한 후, 전완 중립 자세를 측정 자료의 기준치로 삼기 위해서 도구를 초기화(calibration)시켜 0° 자세로 하였다(그림 6). 그리고 워드프로세서 작업을 시작하기 바로 직전 손목관절의 정적 자세를 10초간 측정하였고, 이 시작 자세를 20분 동안의 문자입력 작업 자세의 변화 기준치로 삼기 위해 도구를 재초기화(re-calibration)시킨 후 15분 동안 동적 작업 자세를 지속적으로 측정하고 평균값을 분석에 사용하였다.

4. 분석방법

측정된 자료의 정규분포 여부를 알아보기 위하여 정규분포에 대한 적합도 검정 방법인 Kolmogorov-Smirnov 검정을 실시하여 정규분포함을 확인하였다. 이에 따라 표준형 키보드와 분리형 키보드를 통한 워드

프로세서 작업 시 손목관절의 자세를 비교하기 위하여 굽힘-뽐 각도와 자빠-노빠측 편위각도를 구하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 각각의 각도는 정적 자세인 시작 자세를 측정후, 동적 자세인 10분간 작업 자세를 지속적으로 측정하여 평균값을 분석에 사용하였다.

통계학적 유의성을 검증하기 위한 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 하였고 자료의 통계처리는 상용통계프로그램인 윈도우용 SPSS version 10.0 을 사용하였다.

III. 결과

1. 표준형 키보드 및 분리형 키보드를 사용한 워드프로세서 작업 시 손목관절의 시작 자세 분석

표준형 키보드 및 분리형 키보드를 사용한 워드프로세서 작업 시 손목관절의 정적인 시작 자세를 분석한 결과, 굽힘-뽐 각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며 자빠-노빠측 편위각도에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(표 2).

2. 표준형 키보드 및 분리형 키보드를 사용한 워드프로세서 작업 시 손목관절의 10분간 작업 자세 분석

표준형 키보드 및 분리형 키보드를 사용한 워드프로세서 작업 시 손목관절의 10분간 작업 자세를 분석한 결과, 굽힘-뽐 각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며 자빠-노빠측 편위각도에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ )(표 3)(그림 7).

3. 손목관절의 정적 자세인 시작 자세와 동적 자세인 10분간 작업 자세의 비교 분석

손목관절의 정적 자세인 시작 자세와 동적 자세인

표 2. 정적 자세인 시작 자세의 대응표본 t-검정 결과 (단위: °)

자세	입력장치	평균±표준편차	t	p
굽힘-뽐	표준형키보드	-11.29±3.61	1.16	.26
	분리형키보드	-13.64±5.85		
자빠-노빠측 편위	표준형키보드	8.86±7.16	3.53	.00
	분리형키보드	2.99±4.92		

**표 3.** 동적 자세인 10분간 작업 자세의 대응표본 t-검정 결과 (단위: °)

자세	입력장치	평균±표준편차	t	p
굽힘-뽐	표준형키보드	-13.62±5.45	.28	.77
	분리형키보드	-14.17±7.77		
자빠-노뼈측 편위	표준형키보드	16.04±6.50	3.89	.00
	분리형키보드	8.81±6.16		

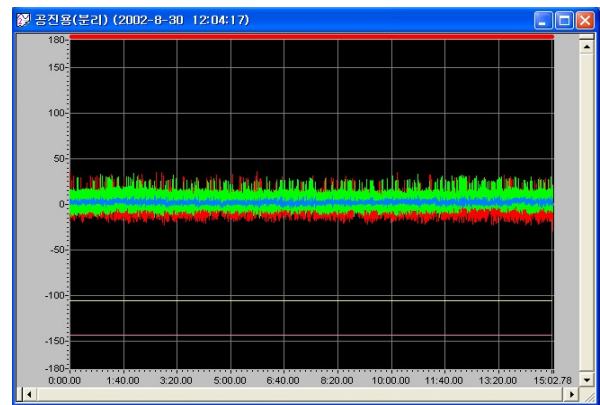
**표 4.** 정적 자세인 시작 자세와 동적 자세인 10분간 작업 자세의 t-검정 결과 (단위: °)

자세	작	평균±표준편차	t	p
굽힘-뽐	정적 자세	-7.77±8.68	1.49	.14
	작업 자세	-9.03±8.26		
자빠-노뼈측 편위	정적 자세	4.56±8.34	-7.10	.00
	작업 자세	10.07±9.58		

10분간 작업 자세를 비교 분석한 결과, 굽힘-뽐 각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었고, 자빠-노뼈측 편위 각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(표 4)(p<.05).

#### IV. 고찰

컴퓨터 입력 장치를 사용하는 작업 동안 근골격계 긴장을 피하기 위해서는 좋은 작업 자세를 유지하는 것이 필수적이다(Laeser, 1998). 좋지 못한 워크스테이션 디자인은 작업자의 불필요한 근긴장과 피로를 유발시키며 생산성을 감소시킬 수 있기 때문이다(Ong, 1990). 작업 자세를 평가할 때 고려해야 할 몇 가지 기준 사항으로는 등과 하퇴의 지지 정도, 경부 자세, 손목관절 굴곡 정도, 팔의 외전, 그리고 손목관절의 자세 등이 있다(Laeser, 1998). 그 중에서 위팔 및 손목관절의 자세는 중요하다. 문자입력을 하는 동안 손목관절의 자세는 수근관 압력에 중대한 영향을 미치고, 손목관 압력의 반복적이고 지속적인 증가는 수근관 증후군과 같은 누적 외상성질환을 초래하게 된다. 손목관 압력은 작업자의 손목관절이 중립 자세일 때 가장 낮은 수치를 나타내는



**그림 7.** 워드프로세서 작업 동안 지속적으로 측정된 전기관절측각기의 기록

것으로 알려져 있다(Rempel과 Horie, 1994).

Titteranonda 등(1998)은 전통적인 표준형 키보드와 대체 키보드를 6개월간 사용 후 비교 연구한 결과에서 대체 키보드 사용자들은 전반적인 통증의 정도와 손의 기능적 상태가 유의하게 향상되었지만 표준형 키보드 작업자들은 통증의 정도와 불편함이 더 악화되었다고 하였다.

Pascarelli와 Kella(1993)는 중증의 근골격계 증상을 호소하는 키보드 작업자의 자세를 관찰한 결과, 이들은 엄지손가락을 과도하게 벌리거나 펴고 새끼손가락을 과뽐 상태에서 키보드를 손상받기 쉬운 관절각도와 근육 길이 위치에 접근시켜 사용한다는 것을 발견하였다. 또한 수근관내 압력을 증가시키는 20도 이상의 과도한 자빠측 편위도 자주 관찰되었다.

본 연구에서 전기관절측각기를 사용하여 손목관절의 정적인 시작 자세를 측정된 결과, 정적 자세인 시작 자세에서 손목관절의 뽐 각도는 표준형 키보드가 11.29±3.61°이며 분리형 키보드는 13.64±5.85°로, 표준형 및 분리형 키보드 모두에서 손목관절이 비중립 자세를 취하고 있음을 알 수 있었다. 손목관절의 자빠측 편위 각도는 표준형 키보드가 8.86±7.16°이고, 분리형 키보드는 2.99±4.92°로, 분리형 키보드는 비교적 손목관절의 중립 자세를 취하고 있었으나 표준형 키보드는 자빠측 편위 자세를 취함을 알 수 있었다.

동적 자세인 10분간 작업 자세에서 뽐 각도는 표준형 키보드가 13.62±5.45°이고, 분리형 키보드는 14.17±7.77°로, 표준형 및 분리형 키보드 모두 손목관절의 비중립 자세에서 주로 작업이 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 손목관절의 자빠측 편위 각도는 표준형 키보드

가  $16.04 \pm 6.50^\circ$ 이고, 분리형 키보드는  $8.81 \pm 6.16^\circ$ 로, Weiss와 Chan(1999)의 연구 결과와 동일하게 표준형 키보드보다 분리형 키보드에서 자빠측 편위가 크게 감소하였다. 그러나 Honan 등(1995)의 연구 결과와 같이 손목관절의 모든 운동면상에서 분리형 키보드 작업이 표준형 키보드 작업보다 중립 자세에 가까운 상태로 작업이 이루어졌다고 할 수는 없었다. 즉 통계학적 유의성은 없었지만 폼 각도는 오히려 표준형 키보드 작업보다 분리형 키보드 작업에서 더 크게 나타났다. 이는 Hedge 등(1995)과 Simoneau와 Marklin(2001)의 연구와 같이 손목관절의 폼 각도는 키보드 경사각에 따라 크게 달라지지만, 본 연구에서는 표준형과 분리형 키보드 모두 경사각을  $4.5^\circ$ 로 동일하게 하였기 때문에 손목관절의 폼 각도도 유사한 수치가 나왔으리라 생각된다. 이렇게 상기 결과에서 볼 수 있듯이 전반적으로 정적 자세인 시작 자세에서나 동적 자세인 10분간 작업 자세 모두에서, 표준형 키보드 작업은 좋지 못한 자세로 알려진 과도한 자빠측 편위각도를 취함을 알 수 있었다. 그러나 손목관절의 폼 및 자빠측 편위각도 모두에서 정적 자세인 시작 자세 보다 동적 자세인 10분간 작업 자세가 더 높게 나타났으며, 특히 자빠측 편위각도는 통계학적으로도 유의한 차이를 보였다. 이는 결국 기존의 인체공학적인 컴퓨터 입력 장치를 위한 상지 작업 자세의 운동학적 분석에서 많이 사용되어 왔던 정적 측정방법, 즉 수동식 관절측각기나 사진 또는 비디오촬영을 통해 얻은 단일 프레임 분석에 사용하는 방법은 실제 작업 상황을 모사하지 못하거나 작업 자세를 정확하게 측정할 수 없다는 것을 단적으로 증명해 준다.

## V. 결론

본 연구는 누적외상성질환의 증상이 없는 건강한 성인 남녀 13명을 대상으로 현재 통상적으로 가장 많이 사용하고 있는 컴퓨터 입력 장치인 표준형 키보드와 분리형 키보드를 사용하여 20분 동안 워드프로세서 작업을 할 때, 손목관절의 자세 변화를 측정하였다.

Biometrics사에서 제작한 전기관절측각기를 사용하여 손목관절의 굴곡-폄과 자빠-노빠측 편위각도를 측정하여 알아보았다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 워드프로세서 작업에서 표준형 키보드 및 분리형

키보드 사용에 따른 손목관절의 정적인 시작 자세는 굽힘-폄 각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 자빠-노빠측 편위각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

2. 워드프로세서 작업에서 표준형 키보드 및 분리형 키보드 사용에 따른 손목관절의 10분간 작업 자세는 굽힘-폄 각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 자빠-노빠측 편위각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).
3. 손목관절의 정적 자세인 시작 자세와 동적 자세인 10분간 작업 자세는 굽힘-폄 각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었고, 자빠-노빠측 편위각도에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

이상과 같은 결과로 미루어 볼 때, 표준형 키보드보다는 분리형 키보드가 과도한 자빠측 편위를 감소시킴으로써 인체공학적인 컴퓨터 입력 장치로서 적합하다고 판단된다. 그러나 분리형 키보드 역시 손목관절의 굽힘각도를 감소시키기 위해서는 키보드 경사각과 외측 경사각을 적절히 조절해야 될 필요가 있다고 생각된다.

연구방법의 측면에서는 상지 작업 자세의 분석일 경우, 정적 측정법은 실제 작업 상황을 모사하지 못하거나 작업 자세를 정확하게 측정할 수 없기 때문에 동적인 측정법 또는 지속적인 측정법이 신뢰도가 높다고 생각된다.

## 인용문헌

- 권혁철, 정동훈. 스크린 높이와 서류고정대 위치에 따른 경부 주위 근육의 활성 정도 비교. 대한물리치료사학회지. 2001;13(3):829-837.
- 노동부. 산업재해보상보험법 시행규칙. 1995.
- Amstrong TJ, Foulke JA, Martin BJ, et al. Investigation of applied forces in alphanumeric keyboard work. Am Ind Hyg Assoc J. 1995;55:30-35.
- Carson R. Ergonomically designed tools: Selecting the right tool for the job. Industrial Engineering. 1993;25:27-29.
- Carter JB, Bainster EW. Musculoskeletal problems in

- VDT work: A review. *Ergonomics*. 1994;37:1623-1648.
- Chaffin DB, Andersson GB J. *Occupational Biomechanics* 2nd ed. New York, Wiley & Sons, 1991.
- Chung MK, Choi KI. Ergonomic analysis of musculoskeletal discomforts among conversational VDT operators. *Computers & Industrial Engineering*. 1997;33:521-524.
- Claiborne DK, Powell NJ, Reynolds-Lynch K. *Ergonomics and Cumulative Trauma Disorders: A Handbook for Occupational Therapists*. San Diego, Singular Pub., 1999.
- Fredericks TK, Fernandez JE, Pirela-Cruz MA. Kienbock's disease I: Anatomy and etiology. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 1997;10(1):11-17.
- Gilad I, Harel S. Muscular effort in four keyboard designs. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2000;26:1-7.
- Hedge A, et al. Healthy keyboarding: Effect of wrist rests, keyboard trays, and a preset tiltdown system on wrist posture, seated posture, and musculoskeletal discomfort. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting*, Santa Monica, CA, Human Factors and Ergonomics Society. 1995.
- Honan M, Serina E, Tal R, Rempel D. Wrist postures while typing on a standard and split keyboard. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting*, Santa Monica, CA, Human Factors and Ergonomics Society. 1995.
- Laeser KL, Maxwell LE, Hedge A. The effect of computer workstation design on student posture. *Journal of Research on Computing in Education*. 1998;31(2):173-188.
- Ong CN. Ergonomic interventions for better health and productivity: Two case studies. In: Sauter S, Dainoff M, Smith M. *Promoting Health and Productivity in the Computerized Office*, New York, Taylor & Francis, 1990.
- Pan CS, Schleifer LM. An exploratory study of the relationship between biomechanical factors and right-arm musculoskeletal discomfort and fatigue in a VDT data entry task. *Applied Ergonomics*. 1996;26:195-200.
- Pascarelli EF, Kella JJ. Soft-tissue injuries related to use of the computer keyboard. *Journal of Occupational Medicine*. 1993;35:522-531.
- Putz-Anderson V. *Cumulative Trauma Disorders: A Manual for Musculoskeletal Diseases of the Upper Limbs*. London, UK, Taylor and Francis, 1998.
- Rempel D, Horie S. Effect of wrist posture during typing on carpal tunnel pressure. *Proceedings of Working With Display Units. 4th International Scientific Conference*, Milan, Italy, 1994.
- Schreuer N, Lifshitz Y, Weiss PL. The effects of typing frequency and speed on the incidence of upper extremity cumulative trauma disorder. *Works*. 1996;6:87-95.
- Serina ER, Tal R, Rempel D. Wrist and forearm postures and motions during typing. *Ergonomics*. 1999;42(7):938-951.
- Simoneau GG, Marklin RW. Effect of computer keyboard slope and height on wrist extension angle. *Human Factors*. 2001;43(2):287-298.
- Stubbs WB, Fernandez JE, Glenn WM. Normative data on joint ranges of motion of 25-to 54-year old males. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1993;12:265-272.
- Swanson NG, Galinsky TL, Cole LL, et al. The impact of keyboard design on comfort and productivity in a text-entry task. *Applied Ergonomics*. 1997;28(1):9-16.
- Tittiranonda P, Burastero S, Armstrong T, et al. Effects of alternative geometry keyboards on VDT users with work-related musculo-skeletal disorders: Clinical outcomes and keyboarding styles. *Proceedings of Premus-ISEOH'98*, Helsinki, Finland, 1998.
- Treaster DE, Marras WS. An assessment of alternate keyboards using finger motion, wrist mo-



tion and tendon travel. *Clinical Biomechanics*.  
2000;15:499-503.

Weiss T, Chan CH. Computers and assistive  
technology. In: Jacobs K. 2nd ed. *Ergonomics  
for Therapists*, Boston, Butterworth Heinemann,  
1999.